

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي دورة: **2022**

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) **المدة: 04 سا و30 د**

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)

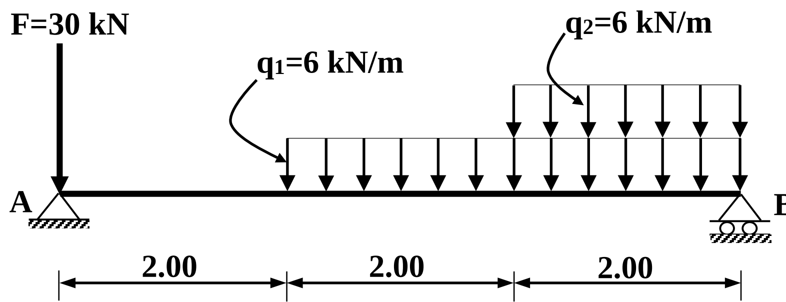
الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)

رافدة معدنية من نوع مجنّب **IPE** مُرتكِزة على مسْندين **A** و **B**، مُحمّلة كما هو مبيّن في الشكل (1).

المسند **A**: مزدوج

المسند **B**: بسيط



الشكل (1)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين **A** و **B**.

2) اكتب معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

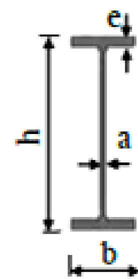
3) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

4) حدّد من الجدول المُرفق (1) المجنّب **IPE** اللاّزم والكافي الذي يحقّق شرط المقاومة علما أنّ:

– عزم الانحناء الأقصى: $M_{f\,max} = 28.33 kN.m$ والاجهاد المسموح به: $\overline{\sigma} = 1600\ daN/cm^2$

– **الجدول المُرفق (1):**

التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ 'xx	
IPE	**h** (mm)	**b** (mm)	**a** (mm)	**e** (mm)	**Ω** (cm^2)	**$I_{/xx'}$** (cm^4)	**$W_{/xx'}$** (cm^3)
140	140	73	4,7	6,9	16,4	541	77,3
160	160	82	5	7,4	20,1	859	109
180	180	91	5,3	8	23,9	1317	146
200	200	100	5,6	8,5	28,5	1843	184
220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
240	240	120	6,2	9,8	39,1	3892	324



المقطع العرضي لمجنب IPE

النشاط الثاني: التحريضات البسيطة (05 نقاط)

من أجل تركيب قضيب من مادّتين مختلفتين (**a**) و(**b**)، تمّ تقسيم الدراسة إلى جزأين:

الجزء الأول:

تمّ إجراء تجربتين للشدّ البسيط على عيّنتين من المادّتين المختلفتين (**a**) و(**b**)، فتحصّلنا على المنحنيين البيانيّين الممثّلين في الشكل (2).

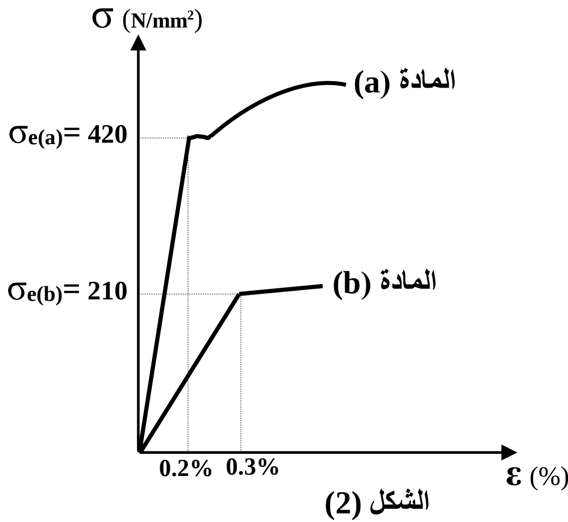
العمل المطلوب:

1) احسب معامل المرونة الطّولي **E** لكل من المادّتين **(a)** و **(b)** اعتمادا على الشكل (2).

2) استنتج نوع المادّتين **(a)** و **(b)** من الجدول المُرفق (2).

- **الجدول المُرفق (2):**

المادة	معامل المرونة الطولي E **(N/mm^2)**
الفولاذ	$2.1x10^5$
النحاس	$0.9x10^5$
الألمنيوم	$7x10^4$

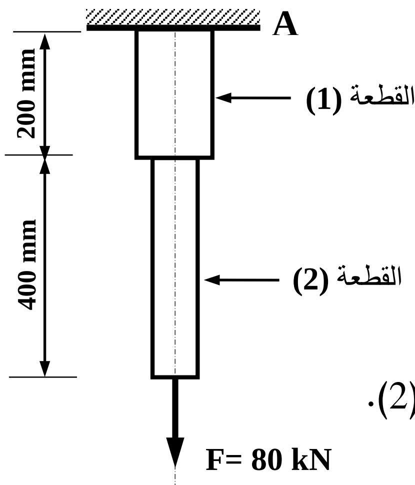


الشكل (2)

الجزء الثاني:

القضيب مركّب من قطعتين (1) و(2)، موثوق في النقطة **A** وخاضع لقوة شدّ محورية **F** حسب الشكل(3)، حيث أنّ:

- القطعة (1): مصنوعة من المادة **(a)**، مساحة مقطعها: $S_1=500\ mm^2$.
- القطعة (2): مصنوعة من المادة **(b)**، مساحة مقطعها: $S_2=400\ mm^2$.



الشكل (3)

العمل المطلوب:

1) احسب رد فعل الوثاقة V_A.

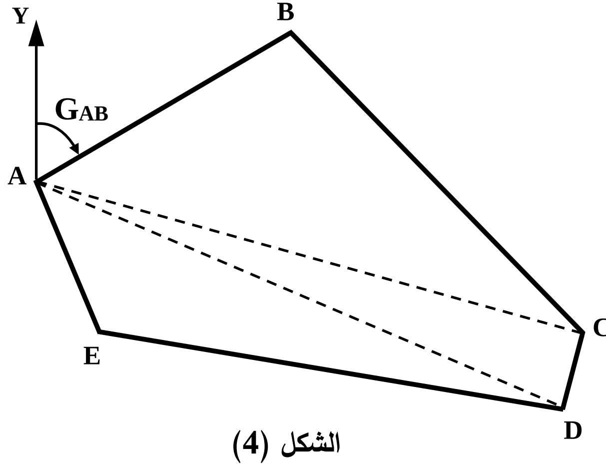
2) احسب الجهد N والاجهاد σ الناظميين على مستوى القطعة (1) ثم القطعة (2).

3) احسب الاستطالة المطلقة الكليّة (ΔL) للقضيب.

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

قصد تقسيم قطعة أرضية (ABCDE) مساحتُها: $S_{ABCDE} = 2022\ m^2$ موضّحة في الشّكل (4) ، قام طبوغرافي بمجموعة من القياسات فتحصّل على النتائج التّالية:



الشكل (4)

الاحداثيات القائمة		
النقطة	**X** (m)	**Y** (m)
A	30.4	30
B	64	50
C	103	10
D	?	?
E	39	10

الاحداثيات القطبية	
G (gr)	L (m)
$G_{AC} = 117.113$	$L_{AC} = 75.30$
$G_{AD} = 125.909$	$L_{AD} = 75.79$

العمل المطلوب:

1) احسب السّمت الاحداثي G_{AB} والمسافة L_{AB}.

2) احسب الاحداثيات القائمة للنقطة D $(X_D ; Y_D)$.

3) احسب مساحة الجزء (ABC) من القطعة الأرضية بطريقة الاحداثيات القائمة.

4) احسب مساحة الجزء (ACD) من القطعة الأرضية بطريقة الاحداثيات القطبية.

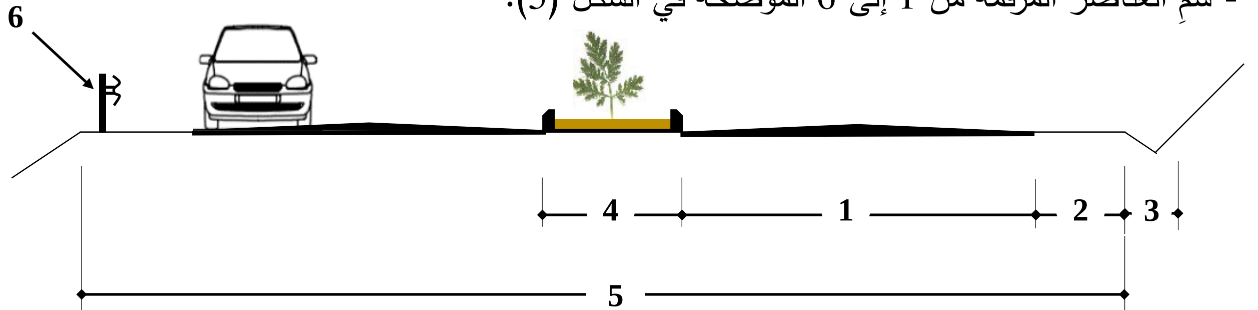
5) استنتج مساحة الجزء (ADE) المتبقي من القطعة الأرضية.

النشاط الثاني: الطرق (03 نقاط)

يُوضّح الشّكل (5) مجموعة من العناصر المكوّنة للطريق.

العمل المطلوب:

- سمِّ العناصر المرقّمة من 1 إلى 6 الموضّحة في الشّكل (5).



الشكل (5)

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (07 نقاط)

لإنجاز مدرّجات ملعب، تمّ اقتراح هيكل مثلثي **مُحدد سكونيًا** موضّح في الشكل (1)، حيث أنّ القضيبين AC و CD مجنّبات من نوع **IPE** وباقي القضبان مجنّبات زاوية مزدوجة (ـــاـــ)

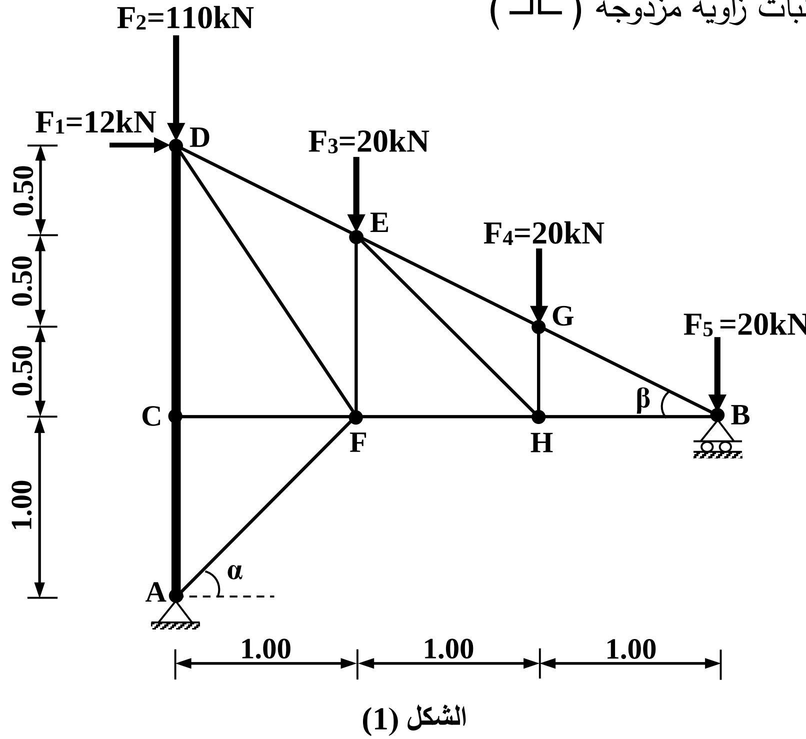
المسند **A**: مزدوج

المسند B: بسيط

يُعطى :

$$\begin{cases} \cos\alpha = 0.707 \\ \sin\alpha = 0.707 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos\beta = 0.894 \\ \sin\beta = 0.447 \end{cases}$$



الشكل (1)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B .

2) احسب الجهود الداخلية للقضبان التالية: GH , GE , BH , BG , AC , AF باستعمال طريقة عزل العقد (مع تدوين النتائج في جدول)

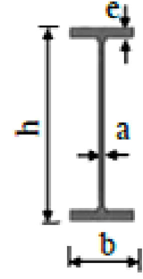
3) حدّد المجنّب **IPE** اللاّزم والكافي للمقاومة بالنسبة للقضيب CD اعتمادا على الجدول المرفق(1) علمًا أنّ:

- الجهد الناظمي في القضيب: $N_{CD} = 132$ kN
- الاجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600 \quad daN/cm^2$

4) تحقّق من شرط المقاومة لقضبان النظام المثلثي المنجزة من مجنّبات زاوية مزدوجة (ـــاـــ) علمًا أنّ:

- مساحة مقطع المجنّب الزّاوي المُستعمل في هذه القضبان (35×35×3.5) ـــاـــ : $2S = 4.78\ cm^2$
- الجُهد النّاظمي الأقصى في هذه القضبان: $N_{max} = 67.11$ kN
- الاجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600 \quad daN/cm^2$

الجدول المُرفق (1):

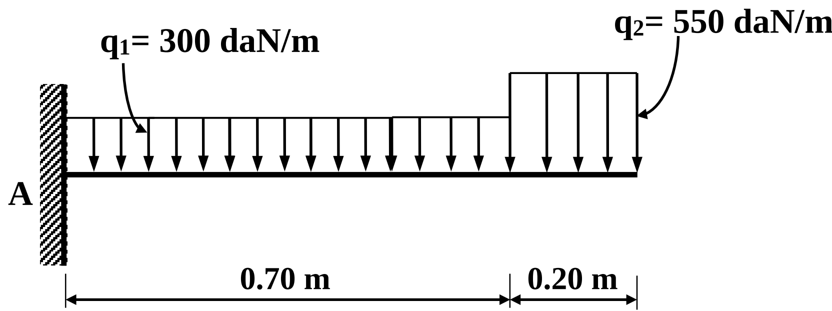


المقطع العرضي لمجنب IPE

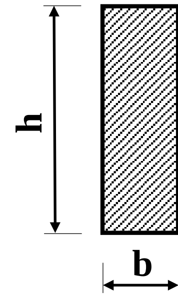
التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ ('xx)	
IPE	**h** (mm)	**b** (mm)	**a** (mm)	**e** (mm)	**S** (cm^2)	**$I_{/xx'}$** (cm^4)	**$W_{/xx'}$** (cm^3)
80	80	46	3,8	5,2	7,64	80,1	20
100	100	55	4,1	5,7	10,3	171	34,2
120	120	64	4,4	6,3	13,2	318	53
140	140	73	4,7	6,9	16,4	541	77,3

النشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط (05 نقاط)

قصد ترميم منزل عتيق يُقترح دراسة إحدى روافد الشرفات، موثوقة في النقطة **A** ومُحمّلة حسب الشكل (2)، مقطعها العرضي مُوضّح في الشكل (3).



الشكل (2)



الشكل (3)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند الوثاقة **A**.

2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

3) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

4) حدّد الارتفاع (h) لمقطع الرّافدة اللاّزم والكافي لتحقيق شرط المقاومة علمًا أنّ:

- العلاقة بين ارتفاع وعرض المقطع: $h = 3b$
- عزم الانحناء الأقصى: $M_{fmax} = 161.50$ daN.m
- الاجهاد المسموح به: $\overline{\sigma} = 200 \ daN/cm^2$
- تُقترح بعض القيم النظامية للارتفاع h: 10 cm – 15 cm – 20 cm – 25 cm – 30 cm

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: الطرق (05 نقاط)

تُمثّل الوثيقة المرفقة في الصفحة (7 من 7) جدول المظهر الطّولي لجزء من مشروع طريق.

العمل المطلوب:

- ارسم المظهر الطّولي مع إتمام جميع البيانات على الوثيقة المُرفقة في الصفحة (7 من 7).

النشاط الثاني: المنشأ العلوي (03 نقاط)

تُعتبر الرّوافد عنصرًا من عناصر المنشأ العلوي.

العمل المطلوب:

- صَنّف الرّوافد حسب ما يلي:
  - مادة الصُّنع.
  - شكل مقطعها العرضي.

1/100

1/1000

+ 87.00

أرقام المظاهر	01	02	03	04	05	06	07
منسوب خط الأرض الطبيعية	91.00	93.00	95.00	95.00	94.00	91.00	89.00
منسوب خط المشروع	95.00			93.00			93.00
المسافات الجزئية	25.00	30.00		35.00	30.00	25.00	
المسافات المتراكمة	0.00						
ميول خط المشروع							
التراصفات والمنعرجات	L= 55 m		R= 80 m ; α= 40° L=…………….	L= 90 m			

ملاحظة: تعاد هذه الوثيقة مع أوراق الإجابة

انتهى الموضوع الثاني

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الموضوع الأول		
الميكانيك المطبقة:		
النشاط الأول: الانحناء البسيط المستوي		
1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:		**1.25**
F=30 kN ; q_1=6 kN/m ; q_2=6 kN/m ; H_A ; A ; V_A ; B ; V_B ; 2.00 ; 2.00 ; 2.00		
$\sum F_{/xx'} = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 0}$	0.25	
$\sum F_{/yy'} = 0 \rightarrow \boxed{V_A + V_B = 66}$ .... (1)		
$\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -(V_B \times 6) + (q_1 \times 4 \times 4) + (q_2 \times 2 \times 5) = 0$		
$\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -(V_B \times 6) + (6 \times 4 \times 4) + (6 \times 2 \times 5) = 0$		
$\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow \boxed{V_B = 26kN}$	0.5	
$\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 6) - (q_1 \times 4 \times 2) - (q_2 \times 2 \times 1) - (F \times 6) = 0$		
$\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 6) - (6 \times 4 \times 2) - (6 \times 2 \times 1) - (30 \times 6) = 0$		
$\sum M_{F/B} = 0 \rightarrow \boxed{V_A = 40kN}$	0.5	
من خلال العلاقة (1) نتحقق من صحة النتائج:		
$(1) \rightarrow V_A + V_B = 66 \rightarrow 40 + 26 = 66$		
إذن النتائج صحيحة		

عناصر الإجابة	العلامة: مجزأة	العلامة: مجموع
2) كتابة معادلات T(x) و $M_f(x)$:		**03**
❖ **القطع 1-1:** $0 \le x \le 2$ $\sum F_{/y} = 0 \rightarrow -T(x) + V_A - F = 0$ $\sum F_{/y} = 0 \rightarrow T(x) = 40 - 30$ $\rightarrow \boxed{T(x) = 10}$	0.25	
$\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 10KN \\ x = 2 \rightarrow T(2) = 10KN \end{cases}$	**0.125 ×2**	
$\sum M_{F/_{1-1}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A.x - F.x = 0$ $\sum M_{F/_{1-1}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 40x - 30x$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = 10x}$	0.25	
$\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = 0 \\ x = 2 \rightarrow M_f(2) = 20KN.m \end{cases}$	**0.125 ×2**	
❖ **القطع 2-2:** $2 \le x \le 4$ $\sum F_{/y} = 0 \rightarrow -T(x) - q_1(x-2) + V_A - F = 0$ $\sum F_{/y} = 0 \rightarrow T(x) = 40 - 30 - 6(x-2)$ $\rightarrow \boxed{T(x) = -6x + 22}$	0.25	
$\begin{cases} x = 2 \rightarrow T(2) = 10KN \\ x = 4 \rightarrow T(4) = -2KN \end{cases}$	**0.125 ×2**	
$\sum M_{F/_{2-2}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A.x - F.x - q_1\frac{(x-2)^2}{2} = 0$ $\sum M_{F/_{2-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 40x - 30x - 3(x^2 - 4x + 4)$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -3x^2 + 22x - 12}$	0.25	
$\begin{cases} x = 2 \rightarrow M_f(2) = 20kN.m \\ x = 4 \rightarrow M_f(4) = 28kN.m \end{cases}$	**0.125 ×2**	
– **تحديد القيمة الأعظمية لعزم الانحناء في المجال [2 ; 4]** $\left.\begin{matrix} T(2) = 10kN > 0 \\ T(4) = -2kN < 0 \end{matrix}\right\} \rightarrow T(x) = 0 \rightarrow -6x + 22 = 0 \rightarrow \boxed{x = 3.67m}$ $\rightarrow \boxed{M_f(3.67) = 28.33kN.m}$		

<table>
<tr><th colspan="2">العلامة</th><th rowspan="2">عناصر الإجابة</th></tr>
<tr><th>مجموع</th><th>مجزأة</th></tr>
<tr><td></td><td>0.25
0.125 ×2</td><td>

❖ **القطع 3-3:** $4 \le x \le 6$ **(الجزء المقطوع على اليمين)**

$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow \; T(x) + V_B - q_1(6-x) - q_2(6-x) = 0$

$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow \; T(x) = -26 + 6(6-x) + 6(6-x)$

$\rightarrow \boxed{T(x) = -12x + 46}$

$\begin{cases} x = 4 \rightarrow T(4) = -2KN \\ x = 6 \rightarrow T(6) = -26KN \end{cases}$

</td></tr>
<tr><td></td><td>0.25
0.125 ×2</td><td>

$\sum M_{F/_{3-3}} = 0 \rightarrow \; M_f(x) - V_B(6-x) + q_1\frac{(6-x)^2}{2} + q_2\frac{(6-x)^2}{2} = 0$

$\sum M_{F/_{3-3}} = 0 \rightarrow \; M_f(x) = 26(6-x) - 3(x^2 - 12x + 36) - 3(x^2 - 12x + 36)$

$\rightarrow \boxed{M_f(x) = -6x^2 + 46x - 60}$

$\begin{cases} x = 4 \rightarrow M_f(4) = 28kN.m \\ x = 6 \rightarrow M_f(6) = 0 \end{cases}$

</td></tr>
<tr><td>01.75</td><td>0. 25 ×3
0. 25 ×3
0.25 (M_{fmax})</td><td>

3) **رسم المنحنى البياني لكل من الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$:**

</td></tr>
</table>

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
4) تحديد المجنب IPE اللازم والكافي للمقاومة:		**1.00**
$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\,max}}{W_{/xx'}} \leq \bar{\sigma} \rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{M_{f\,max}}{\bar{\sigma}}$	0.5	
$\rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{28.33\times10^4}{1600} \rightarrow W_{/xx'} \geq 177.06cm^3$	0.25	
من الجدول نختار : $W_{/XX'} = 184\ cm^3$ ← إذن المجنب اللازم والكافي هو: **IPE 200**	0.25	
النشاط الثاني: التحريضات البسيطة		**07**
الجزء الأول :		
1) حساب معامل المرونة E لكل من المادتين:		**01.50**
• **المادة (a):**		
من المنحنى يُستخرج: $\sigma_{e(a)} = 420N/mm^2 \rightarrow \varepsilon_{e(a)} = 0.2\%$	**0.125 ×2**	
ومنه: $E_a = \frac{\sigma_{e(a)}}{\varepsilon_{e(a)}} = \frac{420}{0.2\times10^{-2}}$	0.25	
$\boxed{E_a = 2.1\times10^5 N/mm^2}$	0.25	
• **المادة (b):**		
من المنحنى يُستخرج: $\sigma_{e(b)} = 210N/mm^2 \rightarrow \varepsilon_{e(b)} = 0.3\%$	**0.125 ×2**	
ومنه: $E_b = \frac{\sigma_{e(b)}}{\varepsilon_{e(b)}} = \frac{210}{0.3\times10^{-2}}$	0.25	
$\boxed{E_b = 7\times10^4 N/mm^2}$	0.25	
2) استنتاج نوع المادتين (a) و (b):		**0.50**
من خلال الجدول المرفق (2) نستنتج:		
• $E_a = 2.1\times10^5\ N/mm^2$ ← المادة (a) من الفولاذ.	0.25	
• $E_b = 7\times10^4\ N/mm^2$ ← المادة (b) من الألمنيوم.	0.25	

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الجزء الثاني:		
1) حساب رد فعل الوثاقة V_A :		0.75
VA, A, 200 mm, 400 mm, F= 80 kN $\sum F_{/yy'} = 0 \rightarrow V_A - F = 0 \rightarrow \boxed{V_A = 80kN}$	0.75	
2) حساب الجهد N والاجهاد σ الناظميين على طول الجسم:		01.50
❖ على مستوى القطعة (1):		
VA, N1 – الجهد الناظمي N: $\sum F_{/yy'} = 0 \rightarrow \boxed{N_1 = V_A = 80kN}$	0.25	
– الاجهاد الناظمي σ: $\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{80 \times 10^3}{500}$	0.25	
$\boxed{\sigma_1 = 160 N/mm^2}$	0.25	
❖ على مستوى القطعة (2):		
VA, N2 – الجهد الناظمي N: $\sum F_{/yy'} = 0 \rightarrow \boxed{N_2 = V_A = 80kN}$	0.25	
– الاجهاد الناظمي σ: $\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{80 \times 10^3}{400}$	0.25	
$\boxed{\sigma_2 = 200 N/mm^2}$	0.25	
3) حساب الاستطالة المطلقة الكلية (ΔL) للجسم:		0.75
❖ القطعة (01): $\Delta L_1 = \sigma_1 \times \frac{L_1}{E_1} = \frac{N_1 \times L_1}{E_1 \times S_1} = \frac{80.10^3 \times 200}{2.1 \times 10^5 \times 500} \rightarrow \boxed{\Delta L_1 = 0,152mm}$	0.25	
❖ القطعة (02): $\Delta L_2 = \sigma_2 \times \frac{L_2}{E_2} = \frac{N_2 \times L_2}{E_2 \times S_2} = \frac{80.10^3 \times 400}{7 \times 10^4 \times 400} \rightarrow \boxed{\Delta L_2 = 1.143mm}$	0.25	
ومنه الاستطالة المطلقة الكلية: $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 0,152 + 1.143 \rightarrow \boxed{\Delta L = 1,295mm}$	0.25	
		05

عناصر الإجابة	مجزأة	مجموع
البناء :		
النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا		
1) حساب السمت الاحداثي G_{AB} والطول L_{AB}:		01.25
– حساب السمت الاحداثي G_{AB}:		
$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = 64 - 30.4 = 33.6m$	0.125	
$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 50 - 30 = 20m$	0.125	
$tg(g) = \frac{\lvert \Delta X_{AB} \rvert}{\lvert \Delta Y_{AB} \rvert} = \frac{33.6}{20} = 1.68 \rightarrow \boxed{g = 65.82gr}$	0.25	
$\left.\begin{array}{l} \Delta X_{AB} = 33.6 > 0 \\ \Delta Y_{AB} = 20 > 0 \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{G_{AB} = g = 65.82gr}$	0.25	
– حساب الطول L_{AB}:		
$L_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}{}^2 + \Delta Y_{AB}{}^2} = \sqrt{33.6^2 + 20^2}$	0.25	
$\rightarrow \boxed{L_{AB} = 39.10m}$	0.25	
2) حساب الاحداثيات القائمة للنقطة D:		01
$X_D = X_A + L_{AD}.\sin G_{AD}$	0.125	
$\rightarrow X_D = 30.4 + 75.79 \sin 125.909$	0.125	
$\rightarrow \boxed{X_D = 100m}$	0.25	
$Y_D = Y_A + L_{AD}.\cos G_{AD}$	0.125	
$\rightarrow Y_D = 30 + 75.79 \cos 125.909$	0.125	
$\rightarrow \boxed{Y_D = 0}$	0.25	
ومنه إحداثيات النقطة D: $D(100;0)\ \ m$		
3) حساب مساحة الجزء (ABC) بطريقة الاحداثيات القائمة:		01
$S_{ABC} = \frac{1}{2}\sum[X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$ **أو:** $S_{ABC} = \frac{1}{2}[X_A(Y_C - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_A)]$	0.50	
$S_{ABC} = \frac{1}{2}[30.4(10-50) + 64(30-10) + 103(50-30)]$	0.25	
$\boxed{S_{ABC} = 1062m^2}$	0.25	

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
4) حساب مساحة الجزء (ACD) بطريقة الاحداثيات القطبية:		01
$S_{ACD} = \frac{1}{2}[L_{AC}.L_{AD}.\sin(G_{AD} - G_{AC})]$	0.50	
$S_{ACD} = \frac{1}{2}[75.30 \times 75.79 \times \sin(125.909 - 117.113)]$	0.25	
$\boxed{S_{ACD} = 393m^2}$	0.25	
5) استنتاج مساحة الجزء (ADE):		0.75
$S_{ADE} = S_{ABCDE} - (S_{ABC} + S_{ACD})$	0.25	
$S_{ADE} = 2022 - (1062 + 393)$	0.25	
$\boxed{S_{ADE} = 567m^2}$	0.25	
		05
النشاط الثاني: الطرق		
– **تسمية العناصر المكونة للطريق:**		03
1- القارعة (مجموعة مسالك) 2- الجانب (الحاشية-الحافة) 3- الخندق (الصارف) 4- الفاصل الترابي 5- الأرضية المسطحة 6- مزلقة الأمان	0.5×6	
		03
		20

عناصر الإجابة	مجزأة	مجموع
الموضوع الثاني		
الميكانيك المطبقة:		
النشاط الأول: الأنظمة المثلثية		
1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :		01.50
الشكل (01)		
$\Sigma F_{/XX'} = 0 \rightarrow 12 - H_A = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 12kN}$	0.5	
$\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow V_A + V_B - F_2 - F_3 - F_4 - F_5 = 0$		
$\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow V_A + V_B - 110 - 20 - 20 - 20 = 0$		
$\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow \boxed{V_A + V_B = 170kN}$ ... (01)		
$\Sigma M_{/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 3) + (H_A \times 1) + (F_1 \times 1.5) - (F_2 \times 3) - (F_3 \times 2) - (F_4 \times 1) = 0$		
$\Sigma M_{/B} = 0 \rightarrow (V_A \times 3) + (12 \times 1) + (12 \times 1.5) - (110 \times 3) - (20 \times 2) - (20 \times 1) = 0$		
$\rightarrow \boxed{V_A = 120kN}$	0.5	
$\Sigma M_{/A} = 0 \rightarrow (F_1 \times 2.5) + (F_3 \times 1) + (F_4 \times 2) + (F_5 \times 3) - (V_B \times 3) = 0$		
$\Sigma M_{/A} = 0 \rightarrow (12 \times 2.5) + (20 \times 1) + (20 \times 2) + (20 \times 3) - (V_B \times 3) = 0$		
$\rightarrow \boxed{V_B = 50kN}$	0.5	
النتائج المحصل عليها تحقق العلاقة (01)		

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
2) حساب الجهود الداخلية في القضبان باستعمال طريقة عزل العقد:		03.50
- العقدة A: $\Sigma F_{/XX'} = 0 \rightarrow -12 + N_{AF}.\cos\alpha = 0$ $\rightarrow \boxed{N_{AF} = 16.97kN}$ (شد) $\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow V_A + N_{AC} + N_{AF}.\sin\alpha = 0$ $\rightarrow N_{AC} = -V_A - N_{AF}.\sin\alpha$ $\rightarrow N_{AC} = -120 - 16.97 \times 0.707$ $\rightarrow \boxed{N_{AC} = -132kN}$ (انضغاط)	0.5x2	
- العقدة B: $\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow V_B - F_5 + N_{BG}.\sin\beta = 0$ $\rightarrow N_{BG} = \frac{-V_B + F_5}{\sin\beta} \rightarrow N_{BG} = \frac{-50+20}{0.447}$ $\rightarrow \boxed{N_{BG} = -67.11kN}$ (انضغاط) $\Sigma F_{/XX'} = 0 \rightarrow -N_{BG}.\cos\beta - N_{BH} = 0$ $\rightarrow N_{BH} = -N_{BG}.\cos\beta \rightarrow N_{BH} = -(-67.11 \times 0.894)$ $\rightarrow \boxed{N_{BH} = 60kN}$ (شد)	0.5x2	
العقدة G: $\Sigma F_{/XX'} = 0 \rightarrow -N_{GE}.\cos\beta + N_{GB}.\cos\beta = 0$ $\rightarrow N_{GE} = N_{GB}$ $\rightarrow \boxed{N_{GE} = -67.11kN}$ (انضغاط) $\Sigma F_{/YY'} = 0 \rightarrow -F_4 - N_{GH} - N_{GB}.\sin\beta + N_{GE}.\sin\beta = 0$ $\rightarrow N_{GH} = -F_4 + N_{GB}.\sin\beta - N_{GE}.\sin\beta$ $\rightarrow N_{GH} = -20 + (-67.11 \times 0.447) - (-67.11 \times 0.447)$ $\rightarrow \boxed{N_{GH} = -20kN}$ (انضغاط)	0.5x2	

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
تدوين النتائج في جدول:		
<table><tr><th>الجهد</th><th>N_{AF}</th><th>N_{AC}</th><th>N_{BG}</th><th>N_{BH}</th><th>N_{GE}</th><th>N_{GH}</th></tr><tr><td>**الشدة** (kN)</td><td>16.97</td><td>132</td><td>67.11</td><td>60</td><td>67.11</td><td>20</td></tr><tr><td>الطبيعة</td><td>شد</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td><td>شد</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td></tr></table>	0.5	
3) تحديد نوع المجنب IPE اللازم والكافي للمقاومة في القضيب CD:		01
$\sigma_{CD} \le \bar{\sigma} \rightarrow \dfrac{N_{CD}}{S_{CD}} \le \bar{\sigma} \rightarrow S_{CD} \ge \dfrac{N_{CD}}{\bar{\sigma}}$	0. 5	
$\rightarrow S_{CD} \ge \dfrac{132 \times 10^2}{1600} \rightarrow S_{CD} \ge 8.25 cm^2$	0.25	
من الجدول نختار: $S=10.30\ cm^2$ ومنه المجنب المناسب: **IPE 100**	0.25	
4) التحقق من مقاومة قضبان النظام المثلثي المنجزة من مجنبات زاوية:		01
$\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \rightarrow \dfrac{N_{max}}{2S} \le \bar{\sigma}$	0.5	
$\rightarrow \dfrac{67.11 \times 10^2}{4.78} \le 1600 \rightarrow 1403.97 < 1600$ ومنه المقاومة محققة	0.5	
النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي		07
1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :		01
q_1= 300 daN/m q_2= 550 daN/m H_A M_A V_A 0.70 m 0.20 m		
$\sum F_{/xx'} = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 0}$	0.25	
$\sum F_{/yy'} = 0 \rightarrow V_A - (q_1 \times 0.7) - (q_2 \times 0.2) = 0 \rightarrow \boxed{V_A = 320 daN}$	0.25	
$\sum M_{F/A} = 0 \rightarrow -M_A + (q_1 \times 0.7 \times 0.35) + (q_2 \times 0.2 \times 0.8) = 0$ $\rightarrow \boxed{M_A = 161.5 daN \times m}$	0.5	

<table>
<tr><th colspan="2">العلامة</th><th rowspan="2">عناصر الإجابة</th></tr>
<tr><th>مجموع</th><th>مجزأة</th></tr>
<tr><td>02</td><td></td><td>2) كتابة معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$:
❖ القطع 1-1: $0 \le x \le 0.7$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.25</td><td>$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow -T(x) + V_A - q_1.x = 0$
$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow T(x) = 320 - 300x$
$\rightarrow \boxed{T(x) = -300x + 320}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.125 ×2</td><td>$\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 320 daN \\ x = 0.7 \rightarrow T(0.7) = 110 daN \end{cases}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.25</td><td>$\sum M_{F/_{1-1}} = 0 \rightarrow -M_f(x) + V_A.x - q_1.\frac{x^2}{2} - M_A = 0$
$\sum M_{F/_{1-1}} = 0 \rightarrow M_f(x) = 320x - 150x^2 - 161.5$
$\rightarrow \boxed{M_f(x) = -150x^2 + 320x - 161.5}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.125 ×2</td><td>$\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = -161.5 daN.m \\ x = 0.7 \rightarrow M_f(0.7) = -11 daN.m \end{cases}$</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>❖ القطع 2-2: $0.7 \le x \le 0.9$ (الجزء المقطوع على اليمين)</td></tr>
<tr><td></td><td>0.25</td><td>$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow T(x) - q_2(0.9 - x) = 0$
$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow T(x) = 495 - 550x$
$\rightarrow \boxed{T(x) = -550x + 495}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.125 ×2</td><td>$\begin{cases} x = 0.7 \rightarrow T(0.7) = 110 daN \\ x = 0.9 \rightarrow T(0.9) = 0 \end{cases}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.25</td><td>$\sum M_{F/_{2-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) + q_2.\frac{(0.9 - x)^2}{2} = 0$
$\sum M_{F/_{2-2}} = 0 \rightarrow M_f(x) = -275(x^2 - 1.8x + 0.81)$
$\rightarrow \boxed{M_f(x) = -275x^2 + 495x - 222.75}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0.125 ×2</td><td>$\begin{cases} x = 0.7 \rightarrow M_f(0.7) = -11 daN.m \\ x = 0.9 \rightarrow M_f(0.9) = 0 \end{cases}$</td></tr>
</table>

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
3) المنحنيات البيانية للجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$:		01
q_1, q_2, M_A, V_A, 0.70 m, 0.20 m $T(x)$: 320, 110, 0 (+)	0.25×2	
$M_f(x)$: -161.5, -11, 0 (-)	0.25×2	
4) تحديد ارتفاع مقطع الرافدة h:		01
$\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\,max}.Y_{max}}{I_{/xx'}} \le \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\,max}.\frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}} \le \bar{\sigma} \rightarrow \boxed{6\frac{M_{f\,max}}{bh^2} \le \bar{\sigma}}$	0.25	
$b = \frac{h}{3} \rightarrow 6\frac{M_{f\,max}}{\left(\frac{h}{3}\right).h^2} \le \bar{\sigma} \rightarrow \frac{18.M_{f\,max}}{h^3} \le \bar{\sigma} \rightarrow \boxed{h \ge \sqrt[3]{\frac{18.M_{f\,max}}{\bar{\sigma}}}}$	0.25	
$\rightarrow h \ge \sqrt[3]{\frac{18\times161.5\times10^2}{200}} \rightarrow \boxed{h \ge 11.32cm}$	0.25	
حسب القيم النظامية المقترحة: نأخذ **h = 15 cm**	0.25	
		05

عناصر الإجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
البناء :		
النشاط الأول: الطرق		05
التصحيح النموذجي للمظهر الطولي على الصفحة 14 من 14		
▪ **الجدول:**		
▪ مناسيب خط المشروع	0.25×4	
▪ المسافات الجزئية	0.25	
▪ المسافات المتراكمة	0.125×6	
▪ الميول	0.25×2	
▪ التراصفات والمنعرجات	0.25	
▪ **الرسم:**		
▪ تمثيل خط الأرض الطبيعية	0.125×6	
▪ تمثيل خط المشروع	0.25×2	
▪ مسافات المظاهر الوهمية	0.125×4	
▪ تلوين أو تعيين مناطق الحفر ومناطق الردم	0.50	
		05
النشاط الثاني: المنشأ العلوي		03
▪ **تصنيف الروافد حسب مادة الصنع:**		
▪ روافد من الخرسانة المسلحة		
▪ روافد من الفولاذ	0.5×3	
▪ روافد من الخشب		
▪ **تصنيف الروافد حسب شكل مقطعها العرضي:**		
▪ روافد ذات مقطع مستطيل أو شكل (I)		
▪ روافد ذات مقطع نظامي: مجنبات (IPE , IPN , HEA , UAP, UPN ...)	0.75×2	
		03
		20

الوثيقة المرفقة:

